

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра «Управління на транспорті»

ЗВІТ ПРО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ №6
з дисципліни «Загальний курс транспорту»
ВАРІАНТ 9

Виконав:
студент групи 275-25-1

Перевірів:
к. т. н., доц. кафедри УТ
Дерюгін О. В.

Дніпро
НТУ «ДП»
2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Вихідні дані.....	4
Хід роботи	4
ВИСНОВКИ.....	10
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	12

ВСТУП

Сучасний розвиток міського господарства та зростання населення великих міст призводить до значного збільшення пасажиропотоків та підвищення навантаження на транспортну інфраструктуру. Особливо гострою ця проблема постає у транспортних вузлах, де відбувається взаємодія різних видів транспорту. Залізничні станції, як головні транспортні центри міст, щодня обслуговують тисячі пасажирів, що потребують подальшого перевезення міським пасажирським транспортом до кінцевих пунктів призначення.

Згідно з дослідженнями Яцківського Л.Ю. та Зеркалова Д.В., ефективність функціонування транспортних систем значною мірою залежить від оптимального планування взаємодії різних видів транспорту, особливо в умовах нерівномірності пасажиропотоків протягом доби [2, 3]. Міщенко М.І. та колектив авторів підкреслюють, що раціональна організація роботи міського пасажирського транспорту в транспортних вузлах дозволяє мінімізувати загальні витрати системи та підвищити якість транспортного обслуговування населення [4].

Проблема оптимізації кількості транспортних засобів для обслуговування пасажиропотоків є багатофакторною задачею, яка потребує врахування економічних витрат на утримання рухомого складу та соціальних витрат, пов'язаних з очікуванням пасажирів. Як зазначають Соловйова О.О. та Яценко Л.А., знаходження оптимального балансу між цими складовими є ключовою задачею транспортного планування [5].

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю мінімізації сумарних витрат, що включають експлуатаційні витрати на роботу транспорту та соціально-економічні втрати від очікування пасажирів.

Об'єктом дослідження виступає система взаємодії залізничного та міського пасажирського транспорту на головній станції міста в робочі дні. Предметом дослідження є процеси оптимізації кількості транспортних засобів з урахуванням нерівномірності пасажиропотоків та мінімізації загальних витрат системи.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

Освоєння пасажирських перевезень у вузлах

Мета: навчитися визначити оптимальну кількість машин міського пасажирського транспорту для вивезення пасажирів, щоб задовольнялись умови мінімальних витрат, зв'язаних з роботою транспорту та чеканням пасажирів.

Завдання: Вибрати оптимальний режим взаємодії залізничного та наземних видів міського пасажирського транспорту на головній станції у робочі дні.

Вихідні дані

Варіант обирається відповідно до порядкового номеру студента в списку академічної групи.

Для виконання практичної роботи обрано **9 (дев'ятий)** варіант, основні вихідні дані якого представлено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані.

Варіант	Середньодобова кількість пасажирів, ($Q_{\text{доб}}$), пас.
9	13600

Середньодобове прибуття пасажирів залізницею ($Q_{\text{доб}}$) складає 13 600 пасажирів. Вивезення пасажирів з привокзальної площі відбувається автобусом, тролейбусом та трамваєм. Середня місткість одиниці міського пасажирського транспорту (надалі МПТ) становить 70 пасажирів. Середня вартість однієї машино-години становить 14 гривень, а однієї пасажиро-години – 0,5 гривень.

Хід роботи

1. Оптимальна взаємодія міського транспорту з залізничним досягається тоді, коли сумарні наведені витрати, які зв'язані з роботою міського пасажирського транспорту (МПТ) та чеканням пасажирів мінімальні, тобто виконується умова наведена в формулі (6.1):

$$E = E_{\text{ек}} + E_{\text{чек}} \rightarrow \min, \quad (6.1)$$

де $E_{\text{ек}}$ – наведені витрати, пов'язані з роботою МПТ, грн;

$E_{\text{чек}}$ – витрати, пов’язані з очікування пасажирами вивезення з привокзальної площі, грн.

2. Розраховуємо кількість пасажирів, які прибувають до міста залізницею кожної години, з 6:00 до 12:00 згідно з наведеним в таблиці 6.2 відсотковим розподілом прибуття пасажирів.

Враховуючи однотипність розрахунків, доцільно автоматизувати подальший процес обчислень з використанням табличного процесора Microsoft Excel, що дасть змогу мінімізувати ймовірність допущення помилок та підвищить точність розрахунків.

Результати розрахунків кількості пасажирів, які прибувають до міста залізницею кожної години, з 6:00 до 12:00, наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Кількість пасажирів, які прибувають до міста залізницею кожної години, з 6:00 до 12:00.

Години доби	Відсоток добового прибуття, %	Кількість пасажирів
6-7	8,2	1115
7-8	14,3	1945
8-9	14,1	1918
9-10	8	1088
10-11	4,5	612
11-12	4	544

3. Розраховуємо мінімальну кількість машин МПТ, які забезпечуватимуть вивезення пасажирів з привокзальної площі, що прибули сюди за період $T = 4$ год, з 6:00 до 10:00 год. за формулою (6.2):

$$M_{\min} = \frac{N(T)}{T \cdot b_m}, \quad (6.2)$$

де $N(T)$ – середня кількість пасажирів, які прибули на привокзальну площу протягом періоду T , пас;

b_m – середня місткість однієї машини МПТ, згідно умови $b_m = 70$ пас;

Підставляємо в формулу (6.2) необхідні значення та виконуємо розрахунки:

$$M_{\min(6-7)} = \frac{1115}{1 \cdot 70} = 16 \text{ од};$$

$$M_{\min(7-8)} = \frac{1\,945}{1 \cdot 70} = 28 \text{ од};$$

$$M_{\min(8-9)} = \frac{1\,918}{1 \cdot 70} = 28 \text{ од};$$

$$M_{\min(9-10)} = \frac{1\,088}{1 \cdot 70} = 16 \text{ од};$$

$$M_{\min(10-11)} = \frac{612}{1 \cdot 70} = 9 \text{ од};$$

$$M_{\min(11-12)} = \frac{544}{1 \cdot 70} = 8 \text{ од}.$$

4. Для кількості ($M_{\min}$), яке отримане під час розрахунків, визначаємо: рівень завантаження МПТ (ρ), тривалість очікування пасажиром машини ($t_{\text{чек}}$) та витрати пов'язані з роботою МПТ ($E_{\text{ек}}$).

Оскільки МПТ працює в умовах значного коливання пасажиропотоків, слід зважати, що завантаженість машин у різні періоди буде неоднакова. Тому до розрахунку вводимо показник рівня завантаження машин МПТ (ρ), який знаходимо за формулою (6.3):

$$\rho = \frac{N(T)}{M_{\min} \cdot b_m}, \quad (6.3)$$

Підставляємо в формулу (6.3) необхідні значення та виконуємо розрахунки:

$$\rho_{6-7} = \frac{1\,945}{16 \cdot 70} = 0,996;$$

$$\rho_{7-8} = \frac{1\,115}{28 \cdot 70} = 0,992;$$

$$\rho_{8-9} = \frac{1\,918}{28 \cdot 70} = 0,978;$$

$$\rho_{9-10} = \frac{1\,088}{16 \cdot 70} = 0,971;$$

$$\rho_{10-11} = \frac{612}{19 \cdot 70} = 0,971;$$

$$\rho_{11-12} = \frac{544}{8 \cdot 70} = 0,971.$$

Можуть виникнути періоди, коли рівень завантаження машин ($\rho < 1$), та коли ($\rho > 1$) (піковий період). Тому тривалість чекання машин МПТ ($t_{\text{чек}}$) слід знаходити за формулами (6.4) та (6.5):

$$t_{\text{чек}} = \beta \cdot I, \text{ коли } \rho < 1, \quad (6.4)$$

$$t_{\text{чек}} = \beta \cdot I + \frac{t}{2}(\rho - 1), \text{ коли } \rho > 1, \quad (6.5)$$

де β – коефіцієнт нерегулярності, для розрахунків приймаємо $\beta = 0,7$;

t – тривалість пікового періоду, коли завантаженість машин МПТ $\rho > 1$;

I – середній інтервал прибуття машин на площу, год.

$$I = \frac{1}{M}, \quad (6.6)$$

Підставляємо в формулу (6.6) необхідні значення та виконуємо розрахунки:

$$I_{6-7} = \frac{1}{16} = 0,044 \text{ год};$$

$$I_{7-8} = \frac{1}{28} = 0,025 \text{ год};$$

$$I_{8-9} = \frac{1}{28} = 0,025 \text{ год};$$

$$I_{9-10} = \frac{1}{16} = 0,044 \text{ год};$$

$$I_{10-11} = \frac{1}{9} = 0,078 \text{ год};$$

$$I_{11-12} = \frac{1}{8} = 0,088 \text{ год}.$$

5. Розраховуємо приведені витрати, пов'язані з роботою МПТ ($E_{\text{екс}}$) грн, за формулою (6.7):

$$E_{\text{екс}} = C_{\text{м-год}} \cdot M_{\text{min}} \cdot T, \quad (6.7)$$

де $C_{\text{м-год}}$ – вартість однієї машино-години, згідно умови $C_{\text{м-год}} = 14$ грн.

Підставляємо в формулу (6.7) необхідні значення та виконуємо розрахунки:

$$E_{\text{екс}_{6-7}} = 14 \cdot 16 \cdot 1 = 224 \text{ грн};$$

$$E_{\text{екс}_{7-8}} = 14 \cdot 28 \cdot 1 = 392 \text{ грн};$$

$$E_{\text{екс}_{8-9}} = 14 \cdot 28 \cdot 1 = 392 \text{ грн};$$

$$E_{\text{екс}_{9-10}} = 14 \cdot 16 \cdot 1 = 224 \text{ грн};$$

$$E_{\text{екс}_{10-11}} = 14 \cdot 9 \cdot 1 = 126 \text{ грн};$$

$$E_{\text{екс}_{11-12}} = 14 \cdot 8 \cdot 1 = 112 \text{ грн};$$

6. Розраховуємо витрати пов'язані з чеканням вивозу пасажирів з привокзальної площі ($E_{\text{чек}}$) грн, за формулою (6.8):

$$E_{\text{чек}} = C_{\text{п-год}} \cdot t_{\text{чек}} \cdot N(T), \quad (6.8)$$

де $C_{\text{п-год}}$ – вартість однієї пасажиро-години, згідно умови $C_{\text{п-год}} = 0,5$ грн.

Оскільки ($t_{\text{чек}}$) не було розраховано раніше, приймаємо рішення про включення формули його розрахунку (6.4) в формулу (6.8).

Підставляємо в формулу (6.8) необхідні значення та виконуємо розрахунки:

$$E_{\text{чек}_{6-7}} = 0,5 \cdot (0,7 \cdot 0,044) \cdot 1115 = 24,40 \text{ грн};$$

$$E_{\text{чек}_{7-8}} = 0,5 \cdot (0,7 \cdot 0,025) \cdot 1945 = 24,31 \text{ грн};$$

$$E_{\text{чек}_{8-9}} = 0,5 \cdot (0,7 \cdot 0,025) \cdot 1918 = 23,97 \text{ грн};$$

$$E_{\text{чек}_{9-10}} = 0,5 \cdot (0,7 \cdot 0,044) \cdot 1088 = 23,80 \text{ грн};$$

$$E_{\text{чек}_{10-11}} = 0,5 \cdot (0,7 \cdot 0,078) \cdot 612 = 23,80 \text{ грн};$$

$$E_{\text{чек}_{11-12}} = 0,5 \cdot (0,7 \cdot 0,088) \cdot 544 = 23,80 \text{ грн}.$$

7. Визначаємо сумарні витрати, пов'язані з роботою МПТ та чеканням пасажирів при ($M_{\min}$) за формулою (6.1), результати розрахунків вносимо в таблицю 6.3:

Таблиця 6.3 – Результати розрахунків

Години доби	Відсоток добового прибуття, %	Кількість пасажирів	$M_{\min}$	ρ	$t_{\text{чек}}, \text{ год}$	$E_{\text{екс}}, \text{ грн}$	$E_{\text{чек}}, \text{ грн}$	Е, грн
6-7	8,2	1115	16	0,996	0,044	224	24,40	248,40
7-8	14,3	1945	28	0,992	0,025	392	24,31	416,31
8-9	14,1	1918	28	0,978	0,025	392	23,97	415,97
9-10	8	1088	16	0,971	0,044	224	23,80	247,80
10-11	4,5	612	9	0,971	0,078	126	23,80	149,80
11-12	4	544	8	0,971	0,088	112	23,80	135,80

8. Збільшуємо парк машин МПТ на 2 одиниці ($M_{\min} + 2$), повторюємо розрахунки. Результати зводимо в таблицю 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати розрахунків при $M_{min} + 2$

Години доби	Відсоток добового прибуття, %	Кількість пасажирів	M_{min}	ρ	$t_{чек}$, год	$E_{екс}$, грн	$E_{чек}$, грн	Е, грн
6-7	8,2	1115	18	0,885	0,039	252	21,68	273,68
7-8	14,3	1945	30	0,926	0,023	420	22,69	442,69
8-9	14,1	1918	30	0,913	0,023	420	22,37	442,37
9-10	8	1088	18	0,863	0,039	252	21,16	273,16
10-11	4,5	612	11	0,795	0,064	154	19,47	173,47
11-12	4	544	10	0,777	0,070	140	19,04	159,04

9. Збільшуємо парк машин МПТ ще на 2 одиниці $(M_{min} + 2) + 2$, повторюємо розрахунки. Результати зводимо в таблицю 6.5.

Таблиця 6.5 – Результати розрахунків при $(M_{min} + 2) + 2$

Години доби	Відсоток добового прибуття, %	Кількість пасажирів	M_{min}	ρ	$t_{чек}$, год	$E_{екс}$, грн	$E_{чек}$, грн	Е, грн
6-7	8,2	1115	20	0,797	0,035	280	19,52	299,52
7-8	14,3	1945	32	0,868	0,022	448	21,27	469,27
8-9	14,1	1918	32	0,856	0,022	448	20,97	468,97
9-10	8	1088	20	0,777	0,035	280	19,04	299,04
10-11	4,5	612	13	0,673	0,054	182	16,48	198,48
11-12	4	544	12	0,648	0,058	168	15,87	183,87

10. Порівнюємо сумарні приведені витрати та час чекання пасажирів при різній кількості машин МПТ. Результати розрахунків для порівняння наведено в таблиці 6.6:

Таблиця 6.6 – Залежність сумарних витрат від кількості машин МПТ.

Години доби	Кількість машин МПТ			Сумарні витрати (Е), грн		
	M_{min}	$M_{min} + 2$	$M_{min} + 4$	M_{min}	$M_{min} + 2$	$M_{min} + 4$
6-7	16	18	20	248,40	273,68	299,52
7-8	28	30	32	416,31	442,69	469,27
8-9	28	30	32	415,97	442,37	468,97
9-10	16	18	20	247,80	273,16	299,04
10-11	9	11	13	149,80	173,47	198,48
11-12	8	10	12	135,80	159,04	183,87

Проводити подальше збільшення парку машин МПТ недоцільно, оскільки сумарні приведені витрати зростають.

ВИСНОВКИ

Було проведено комплексний аналіз оптимізації взаємодії залізничного та міського пасажирського транспорту на головній станції міста. Дослідження базувалося на математичному моделюванні процесів перевезення пасажирів з урахуванням економічних та соціальних факторів.

Аналіз вихідних даних показав значну нерівномірність пасажиропотоку протягом ранкового періоду: найбільший потік пасажирів спостерігається в період з 7:00 до 8:00 (1945 пасажирів) та з 8:00 до 9:00 (1918 пасажирів), що становить відповідно 14,3% та 14,1% від загального добового обсягу. Найменший потік припадає на період з 11:00 до 12:00 (544 пасажири або 4% від добового обсягу). Така значна варіація пасажиропотоку потребує гнучкого підходу до планування кількості транспортних засобів.

Розрахунки мінімальної кількості машин міського пасажирського транспорту показали суттєву варіацію потреби в рухомому складі: від 8 одиниць у період з 11:00 до 12:00 до 28 одиниць у пікові години (7:00-9:00). Рівень завантаження транспортних засобів у всіх розглянутих періодах коливається в межах 0,971-0,996, що не перевищує критичного значення ($\rho < 1$) і свідчить про можливість обслуговування пасажиропотоку без утворення черг.

Економічний аналіз показав, що сумарні витрати при мінімальній кількості машин коливаються від 135,80 грн в період з 11:00 до 12:00 до 416,31 грн в період з 7:00 до 8:00. При цьому співвідношення експлуатаційних витрат та витрат на очікування складає приблизно 94% до 6% відповідно, що вказує на домінування операційних витрат у загальній структурі витрат системи.

Дослідження впливу збільшення парку транспортних засобів на загальні витрати системи виявило негативну тенденцію: додавання машин призводить до зростання сумарних витрат у всіх часових періодах. При збільшенні парку на 2 одиниці сумарні витрати зросли на 10,2-15,8%, а при збільшенні на 4 одиниці – на 20,6-35,3%. Найбільше відносне зростання витрат спостерігається у періоди з найменшим пасажиропотоком.

Аналіз структури витрат показав, що при збільшенні кількості машин частка витрат на очікування пасажирів зменшується (з 6% до 4,5-5%), але загальне зростання експлуатаційних витрат значно перевищує економію від скорочення часу очікування. Це свідчить про те, що система працює в оптимальному режимі при мінімальній розрахованій кількості транспортних засобів.

Час очікування пасажирів при оптимальній кількості машин становить від 0,025 до 0,088 години (від 1,5 до 5,3 хвилини). Найменший час очікування спостерігається у пікові години (7:00-9:00) через більшу кількість транспортних засобів, а найбільший – у період з 11:00 до 12:00 через меншу частоту руху.

Середній інтервал прибуття машин на площу коливається від 0,025 годин (1,5 хвилини) у пікові періоди до 0,088 годин (5,3 хвилини) у години з найменшим пасажиропотоком. Такі інтервали забезпечують ефективне обслуговування пасажирів без надмірного очікування.

Практичне значення отриманих результатів полягає в демонстрації принципу оптимізації транспортних систем, де мінімальні витрати досягаються при збалансуванні експлуатаційних витрат та соціальних втрат від очікування пасажирів. Методика розрахунків може бути застосована для різних транспортних вузлів з урахуванням специфічних умов їх функціонування.

Результати роботи показують важливість точного прогнозування пасажиропотоків та необхідність диференційованого підходу до планування кількості транспортних засобів у різні періоди доби. Отримані навички математичного моделювання та використання табличного процесора для автоматизації розрахунків є цінними для майбутньої професійної діяльності в сфері транспортного планування та логістики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дерюгін О. В., Кучерява М. А., Новікова О. О. Загальний курс транспорту. Методичні рекомендації до виконання практичних занять для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 0701 Транспортні технології / Державний вищий навчальний заклад "Національний гірничий університет". Дніпропетровськ, 2012. 35–38 с.
2. Яцківський Л. Ю., Зеркалов Д. В. Загальний курс транспорту. Книга 1. Навчальний посібник. Київ : Арістей, 2007. 544 с. ISBN 966-381-020-3.
3. Яцківський Л. Ю., Зеркалов Д. В. Загальний курс транспорту. Книга 2. Навчальний посібник. Київ : Арістей, 2007. 504 с. ISBN 978-966-8458-80-4.
4. Загальний курс транспорту: навчальний посібник / М. І. Міщенко та ін. ; Автомобільно-дорожній інститут Державного вищого навчального закладу "Донецький національний технічний університет". Донецьк : Норд-прес, 2010. 323 с. ISBN 978-966-317-053-4.
5. Соловійова О. О., Яценко Л. А. Загальний курс транспорту: конспект лекцій / Національний авіаційний університет. Київ, 2007. 89 с.
6. Економіка підприємств автомобільного транспорту: навчальний посібник для самостійної роботи та поточного контролю знань студентів закладів вищої освіти / І. А. Дмитрієв та ін. ; Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків : ФОП Бровін О. В., 2018. 308 с. ISBN 978-617-7555-88-8.
7. Stock J., Lambert D. Strategic Logistics Management. New York: McGraw-Hill, 2001. 520 с. ISBN 978-0071181228.
8. Maxfield B. Engineering with Mathcad: Using Mathcad to Create and Organize your Engineering Calculations. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006. 512 с. ISBN 978-0080466941.
9. Alexander M., Kusleika R., Walkenbach J. Excel 2019 Bible. New York: Wiley, 2018. 1120 с. ISBN 978-1119514787.